



Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Economía

Título:

**MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA SOCIAL EN LAS COOPERATIVAS DE AHORRO
Y CRÉDITO EN COLOMBIA UTILIZANDO DEA NO PARAMÉTRICO.**

Autor(es):

José Guillermo Clavijo Alegría

John Fredy Perea Fiscal

Asesor(a):

Gustavo Adolfo Gómez Flórez

Luis Eduardo Girón

Santiago de Cali, Colombia

Julio, 2020



MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA SOCIAL EN LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO EN COLOMBIA UTILIZANDO DEA NO PARAMÉTRICO.

Autor: José Guillermo Clavijo Alegría

John Fredy Perea Fiscal

RESUMEN

En este trabajo se pretende evaluar la eficiencia social en las cooperativas de ahorro y crédito de Colombia para el año 2019. Para hacer esto se utiliza el enfoque de frontera no paramétrica radial, orientada al output, incorporando un test para establecer el tipo de tecnología global y determinando el tipo de bootstrap adecuado para realizar la parte inferencial. Los datos empleados corresponden a 137 cooperativas de ahorro y crédito, a las cuales se les midieron dos outputs y cuatro inputs. Los resultados obtenidos muestran que el tipo de tecnología global de las SACCO es NIRS, que solo 32 presentan eficiencia técnica social, mientras que 12 SACCO son ineficientes a escala porque están operando en la región de rendimientos decrecientes a escala.

Palabras clave: Eficiencia social, cooperativas de ahorro y crédito, DEA, Bootstrap, retornos a escala.

Clasificación JEL: C1 - Métodos econométricos y estadísticos, P13 – Cooperativas, G23 - Instituciones financieras (excepto bancos)

ABSTRACT

This work aims to evaluate social efficiency in Colombian savings and credit cooperatives for the year 2019. To do this, the non-parametric radial frontier approach is used, oriented to output, incorporating a test to establish the type of global technology, and determining the appropriate bootstrap type to perform the inferential part. The data used correspond to 137 savings and credit cooperatives, to which two outputs and four inputs were measured. The results obtained show that the global technology type of the SACCO is NIRS, that only 32 present social technical efficiency, while 12 SACCO are inefficient at scale because they are operating in the region of diminishing returns to scale.

Key words: Social efficiency, credit unions, DEA, Bootstrap, returns to scale.

Clasificación JEL: A13 Relationship of the economy with social values, C1 - Econometric and statistical methods, P13 – Cooperatives, G23 - Financial institutions (except banks)

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestras familias, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y un privilegio el ser parte de sus vidas.

Y a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Nos van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial nuestras familias que con su esfuerzo y dedicación nos ayudaron a culminar nuestra maestría y nos dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradecemos infinitamente a nuestros amigos y colegas que con sus palabras nos hacían sentir orgullosos de lo que somos y de lo que les podemos enseñar. Ojalá algún día podamos hacer parte de la fuerza para que puedan seguir avanzando en sus caminos.

De igual forma, agradecemos a nuestros directores de trabajo de grado, que gracias a sus consejos y correcciones hoy podemos culminar este trabajo. A los Profesores que nos vieron crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy podemos sentirnos dichosos y contentos.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA Y MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Características de las cooperativas de ahorro y crédito en Colombia.....	12
2.2 El concepto de eficiencia.	14
2.3 Análisis de las metodologías aplicadas para la medición de la eficiencia	16
2.4 El método DEA	18
2.5 El método Bootstrap no paramétrico.....	19
3. DATOS Y ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	20
3.1. Variables Inputs	21
3.2. Variables Outputs.....	22
3.3. Estadística descriptiva.....	22
4. METODOLOGÍA.....	23
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	25
6. CONCLUSIONES	29
7. BIBLIOGRAFÍA	30
8 APÉNDICES.....	33

Lista de tablas

Tabla 1 Variables del modelo	21
Tabla 2 Estadística descriptiva de las variables inputs y outputs	23
Tabla 3 Prueba de independencia asumiendo VRS, NiRS, Y VRS	25
Tabla 4. Pruebas econometría de retornos a escala.....	26
Tabla 5 Eficiencia radial bajo tecnología NRS	33
Tabla 6 Inferencia estadística sobre la medida de eficiencia radial bajo NIRS	34
Tabla 7 Análisis de escala.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Una cooperativa de ahorro y crédito, conocida también por su sigla en inglés SACCO (Savings and Credited Cooperative), tienen dos funciones: una financiera, dedicada a ofrecer servicios de ahorro y crédito¹ (Confecoop, 2019), y otra, una función social, que se fundamenta en valores y principios que ponen en preferencia el desarrollo y bienestar de sus asociados. Por tanto, su importancia no radica en su contribución al sistema financiero², sino en el alcance de su propósito de servir a las necesidades financieras de sus socios, y de terceros, mediante el ejercicio de las actividades propias de las entidades de crédito.

En Colombia, según la Federación Especializada de Cooperativas de Ahorro y Crédito & Financieras de Colombia (FECOLFIN) en el 2019 aparecen registradas ciento ochenta y un (181) SACCO, de las cuales 145 corresponden a cooperativas especializadas en ahorro y crédito, y las restantes pertenecen a cooperativas multiactivas con sección de ahorro y crédito.

Las SACCO presentaron en el 2018 un buen comportamiento financiero, con tres millones de asociados, activos por \$14,124 billones, obligaciones financieras por 8,81 billones, depósitos por 7,46 billones y un patrimonio común de \$5,31 billones. En cuanto a la cuenta de crédito, para el mismo año, registró un valor de 11,44 billones de pesos, un crecimiento de casi 7% con respecto al 2017 (Fecolfin, 2019). Esto nos permite decir, que son un sector representativo de la economía nacional, y que se encuentran presente en todo el territorio,

¹ La fuente del capital de la cooperativa es el aporte periódico que realiza cada uno de sus miembros a un fondo común.

² Las cooperativas de crédito también contribuyen al desarrollo del sector financiero al satisfacer algunas necesidades que no están cubiertas por otros intermediarios bancarios y aumentando la libre competencia dentro de él.

Nuevamente, las SACCO son empresas no lucrativas cuyos excedentes son reinvertidos en la generación de nuevos y mejores servicios y en aportes en educación, sin embargo tienen el deber de ser sostenibles, eficientes y competitivas en los mercado financiero, su gestión no se orienta a la acumulación de capital, sino al beneficio colectivo para sus asociados, sus familias y las comunidades, mediante la generación de empleo digno e ingresos, la oferta de productos y servicios en condiciones de equidad, la organización y la inclusión económica social y cultural.

Por otro lado, la literatura revisada para la eficiencia social de las SACCO corresponde a experiencias internacionales con una mayor inclinación hacia la eficiencia financiera, que hacia la social. Para Colombia no existen estudios de eficiencia social del sector cooperativo de ahorro y crédito. En ese sentido la presente investigación pretende responder la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuál es la eficiencia social de las cooperativas de ahorro y crédito en Colombia?*. Por lo que, para dar respuesta a esta pregunta planteamos como objetivo del trabajo de investigación analizar la eficiencia social de un grupo de cooperativas de ahorro y crédito para el año 2019 utilizando un método de análisis de frontera radial no paramétrico, incorporando un test para establecer el tipo de tecnología global y determinando el tipo de bootstrap adecuado para realización de la parte inferencial bajo el supuesto de que la frontera de eficiencia social está sujeta a variaciones del muestreo.

Fuera de esta introducción, el resto de este documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 2. se realiza la revisión bibliográfica asociado a la eficiencia social y el marco teórico, indicando características de las cooperativas de ahorro y crédito en Colombia, se define el concepto de eficiencia y eficiencia social, y las diferentes metodologías para su medición. En la sección 3 se presenta los datos y la estadística descriptiva de las variables usadas. En la sección 4, se presenta

la metodología. En la sección 5, se presentan el análisis y discusión de resultados. Finalmente, en la sección 6 presentan conclusiones con respecto a las preguntas de investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA Y MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los diversos estudios existentes, a nivel nacional e internacional, sobre eficiencia del sector cooperativo. Dentro de los estudios internacionales que han estudiado la eficiencia financiera de las SACCO, se destacan: los realizados en Estados Unidos Fried et al. (1993, 1999) y Goddard, J., et al. (2008); en España Marco, M. & Moya, I. (2000), Izquierdo, R. & Navarro A. (2001), Belmonte y Plaza (2008) y Belmonte (2012); en Australia, Marrón (2006), Ralston et al. (2001), Worthington (2001, 1999, 1998), Brown et al. (1999) y Mcalevey et al. (2010) y en Ecuador Campoverde J. et al. (2018).

En el ámbito Nacional, se evidencia los trabajos de Moreno V. & Rey L. (2015) Castaño Ríos, et al. (2016) ambos abordando la eficiencia financiera de las SACCO, los primeros autores, analizan la eficiencia en las cooperativas de ahorro y crédito en Colombia para el periodo 2008-2011, mediante la utilización de la técnica de análisis de datos envolvente (DEA), bajo un enfoque financiero, que contempla como inputs los gastos de administración y el capital social, y como output los excedentes obtenidos. El segundo enfoque incluye como inputs el número de asociados y los gastos de administración, y como output, la cartera de crédito, encontraron que, de las 75 entidades analizadas desde el enfoque financiero, solo 8 cooperativas de ahorro y crédito cumplieron con la condición de eficientes, repitiendo en más de dos periodos varias de ellas.

Por otro lado, Castaño Ríos, et al. (2016) concluyen que las cooperativas de ahorro y crédito más pequeñas tienen mayor flexibilidad en el mercado y que por esto, su desempeño ha sido mejor que el de las más grandes. Llegan a esta conclusión aplicando la metodología de análisis de datos

basado en resultados financieros, Indicadores financieros, clasificación y recolección de información (informes financieros y de gestión), reportadas a la Superintendencia de Economía Solidaria de Colombia (SUPERSOLIDARIA) permitiendo evaluar financieramente las cooperativas de ahorro y crédito antioqueñas en el período 2009-2013.

En cuanto a los estudios que abordan la eficiencia desde un enfoque social, a partir de la metodología del análisis DEA (Data Envelopment Analysis). Se destacan: Belmonte (2012), quien encuentra que las prácticas de hacer inclusión financiera en los territorios reducen parte de la eficiencia financiera. Amersdorffer, et al. (2015) mostraron que el tamaño de las cooperativas no determina la eficiencia financiera, ni la eficiencia social. Martínez & Fernández (2017, 2018) hallaron que las SACCO con una mayor proporción de sucursales en áreas urbanas son socialmente menos eficientes.

Por otra parte, Barba & Gavilánez (2016) concluyen que las SACCO, que enfocan sus prácticas más en lo financiero que en lo social, siempre serán ineficientes socialmente, lo cual las aleja del cumplimiento de su rol y objeto social. Mientras que Belmonte & Plaza (2008) encontraron que las cooperativas que muestran preferencias por prestar apoyo financiero a los socios, para la distribución minorista de sus productos y servicios, y se orientan hacia el beneficio social influyen cada vez menos en la ganancia de eficiencia financiera. No obstante, contrario a los dos anteriores resultados, Amersdorffer, et al. (2015) mostraron que se puede alcanzar una alta eficiencia financiera y social.

Como se ha observado, las investigaciones anteriores corresponden a experiencias internacionales con una mayor inclinación hacia la eficiencia financiera que hacia la social. Para Colombia no existen estudios de eficiencia social del sector cooperativo.

2.1 Características de las cooperativas de ahorro y crédito en Colombia

El sector cooperativismo en todo el mundo ha sido considerado de innovación social, no solamente porque a nivel económico contribuye a la generación de ingresos, democratización de la propiedad, eficiencia en los recursos por medio de economías de escala, regulación de precios, sino porque además aporta en la construcción de confianza y tejido social en las comunidades.

En Colombia el inicio del cooperativismo data de 1935 y desde entonces ha tenido como objeto social el mejoramiento de bienestar de los asociados y su grupo familiar; estos tienen la doble calidad de aportantes económicos y gestores de la empresa, razón por la cual deben aportar para su normal funcionamiento. Estos aportes de los asociados forman parte del patrimonio de la cooperativa (artículo 46 Ley 79/88).

Según FECOLFIN (2019) de las 181 cooperativas de ahorro y crédito, 145 corresponden a cooperativas especializadas de ahorro y crédito y 36 multiactivas con sección de ahorro y crédito. El sector acoge a 3,14 millones de asociados de manera directa, concentrando el mayor número de cooperativas en Bogotá, Antioquia, Santander y Valle. Sin embargo, tienen presencia en la mayor parte del territorio nacional a través de más de 1.500 agencias, sucursales, puntos de atención, extensiones de cajas o corresponsales.

Los aportes sociales, de las cooperativas especializadas en ahorro y crédito, al cierre del 2018 equivalían a 2,23 billones, estos están definidos como la cuota que entrega el asociado con la finalidad de crear y mantener la organización cooperativa cuyo objeto sea la producción o distribución de bienes o servicios para satisfacer las necesidades de sus asociados. Tal obligación se encuentra establecida en el numeral 10 del artículo 19 (Ley 79 de 1988, 1989).

Por otro lado, la falta de ánimo de lucro que identifica a las SACCO significa que los excedentes obtenidos en desarrollo de su objeto social se reinvierten en la misma, para su fortalecimiento

patrimonial y para destinarlo a la constitución de fondos o reservas con la finalidad de proporcionar mejores servicios y bienestar a los asociados. Según establece en el artículo 4º (Ley 79 de 1988, 1989), una empresa asociativa no tiene ánimo de lucro, cuando cumpla los siguientes requisitos: “1. Que establezca la irrepartibilidad de las reservas sociales y en caso de liquidación, la del remanente patrimonial; 2. Que destine sus excedentes a la prestación de servicios de carácter social, al crecimiento de sus reservas y fondos, y a reintegrar a sus asociados parte de estos, en proporción al uso de los servicios o a la participación en el trabajo de la empresa, sin perjuicio de amortizar los aportes y conservarlos en su valor real.”

Los excedentes cooperativos están señalados expresamente en el artículo 54 de la (Ley 79 de 1988, 1989), el cual establece la destinación obligatoria del 50% del mismo, así:

“Excedentes y aplicación del remanente. Si del ejercicio resultaren excedentes, éstos se aplicarán de la siguiente forma: un veinte por ciento (20%) como mínimo para crear y mantener una reserva de protección de los aportes sociales; un veinte por ciento (20%) como mínimo para el fondo de educación y un diez por ciento (10%) mínimo para un fondo de solidaridad. El remanente podrá aplicarse, en todo o parte, según lo determinen los estatutos o la asamblea general, en la siguiente forma: 1.) Destinándolo a la revalorización de aportes, teniendo en cuenta las alteraciones en su valor real; 2.) Destinándolo a servicios comunes y seguridad social. 3.) Retornándolo a los asociados en relación con el uso de los servicios o la participación en el trabajo. 4.) Destinándolo a un fondo para amortización de aportes de los asociados”.

Por otro lado, los activos equivalentes a \$ 9,28 billones al 2018 representan los bienes y derechos tangibles e intangibles de propiedad de las SACCO que, en la medida de su utilización son fuente potencial de beneficios presentes o futuros. Para este mismo año la cartera es de \$ 11,37 billones, presentando un crecimiento de 1.4 % al año inmediatamente anterior de equivalente a \$

0.16 billones, que corresponde a un crecimiento real anual, la cartera está compuesta por operaciones de crédito y desembolsadas a sus asociados bajo distintas modalidades, aprobadas de acuerdo con los reglamentos de cada organización cooperativa. El patrimonio registro un crecimiento neto real de \$4,06 billones (8%), cerrando en El patrimonio está representando en un 59% en aportes sociales (\$3,1 billones); y en un 28% en capital institucional (\$1,5 billones).

Por otro lado, los gastos operacionales de administración son los ocasionados en el desarrollo del objeto social principal de la cooperativa de ahorro y crédito, sobre la base de causación, las sumas o valores en que se incurre durante el ejercicio, directamente relacionados con la gestión administrativa encaminada a la dirección, planeación, organización de las políticas establecidas para el desarrollo de la actividad operativa del ente económico incluyendo básicamente las incurridas en las áreas ejecutiva, financiera, comercial, legal y administrativa.

Por último, si bien el resultado financiero de las cooperativas es positivo, se hace necesario analizar la eficiencia de su función social, para determinar el cumplimiento de los objetivos sociales de dichas instituciones con respecto a sus socios.

2.2 El concepto de eficiencia.

Este documento está fundamentado en Badumenko y Mozharovskyi (2016). El cual, siguiendo a Farrell (1957), Koopmans (1951) y Debreu (1951), entiende el concepto de eficiencia como la mejor práctica para obtener la mayor cantidad de producto a partir de un conjunto de insumos. Así mismo, señalan que en la literatura se encuentran dos componentes de eficiencia: la técnica y la asignativa. La primera, hace referencia al máximo producto posible dado un conjunto determinado de input (orientada al producto) o a la cantidad mínima de insumos para producir una cantidad determinada de producto (orientada a los insumos). Por otra parte, la eficiencia de asignación

refleja la capacidad de una empresa para combinar insumos y producto en proporciones óptimas, dados sus respectivos precios y la tecnología de producción disponible.

Una de las medidas de eficiencia técnica basada en producto es la Farrell (Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C., 1993) la cual mide el aumento proporcional máximo de rendimiento posible dada la tecnología y un vector de insumos. En figura 1, se muestra cuán lejos se puede empujar proporcionalmente hacia el noreste el punto P para alcanzar Q permaneciendo en P (x). Por lo tanto, si $F^0(x, u) > 1$, la firma presenta ineficiencia técnica radial puesto que podría producir un vector de productos radialmente mayor. Si $F^0(x, u) = 1$ la firma presenta eficiencia técnica. En la medida que la relación en $F^0(x, u)$ se aleje de 1 estará indicado mayor ineficiencia.

$$F^0(x, u) = \frac{OQ}{OP}$$

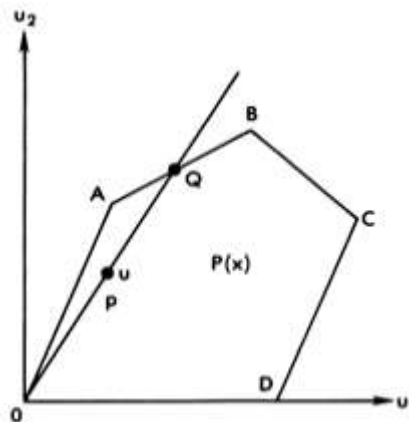


Figura 1. Medida de eficiencia orientada al producto.
Fuente: Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. (1993)

En este trabajo se aborda la eficiencia considerando la definición propuesta por Gutiérrez, et al. (2009), la cual considera el conjunto de productos sociales con una orientación al output. Donde se entiende por producto social los beneficios que reciben los asociados. Por lo tanto, las SACCO

se consideran socialmente eficientes en la medida en que generan más productos sociales sin consumir más recursos.

2.3 Análisis de las metodologías aplicadas para la medición de la eficiencia

Actualmente podemos encontrar distintas metodologías que pueden emplearse para analizar la eficiencia de una empresa, y las podemos agrupar bajo dos enfoques. El primero, construye una frontera haciendo uso de una función de producción que relaciona productos e insumos. Al segundo enfoque pertenecen aquellos que no construyen una frontera y evalúan la eficiencia de manera absoluta, es decir, no se requiere la comparación con otras unidades productivas. A este pertenecen los Indicadores o Ratios Financieros, los Índice de Productividad Global (IPG) y la Función de Producción Promedio.

Las técnicas de frontera se diferencian por la forma de la estimación y especificación de dicha frontera. Pueden especificarse como una relación paramétrica y/o no paramétrica. Ahora bien, las paramétricas son las que especifica la tecnología mediante una forma funcional conocida. Según se modelice la naturaleza de la perturbación aleatoria, la frontera será: a.) determinística si la perturbación aleatoria del modelo incorpora únicamente las desviaciones de la ineficiencia³. b.) estocástica si la perturbación aleatoria del modelo incluye, además, de las posibles ineficiencias de las unidades, los posibles errores de medición de los datos u otros factores exógenos no controlables.

Para la construcción de la frontera determinística o estocástica los modelos paramétricos utilizan dos formas funcionales, la Cobb-Douglas y la Translog. En el caso que la frontera sea

³ No se estarían considerando los posibles errores de medida introducidos en los datos.

estocástica, se separa la ineficiencia técnica del ruido estadístico, como posibles desviaciones de la frontera de eficiencia. Se asume que el ruido sigue una distribución normal con media cero y varianza constante, mientras que, para el término de la ineficiencia técnica, se utilizan cinco modelos según la distribución con la que se la identifique: seminormal, exponencial, normal truncada, gamma o uniforme. La estimación del modelo se puede efectuar mediante dos técnicas diferentes: máxima verosimilitud o mínimos cuadrados ordinarios modificados.

Cuando la frontera paramétrica es determinística, las medidas de error y factores aleatorios se los toma como ineficiencia. Entre los métodos más usados encontramos programación por metas, Aigner y Chu (1968); mínimos cuadrados corregidos Winsten (1957) y mínimos cuadrados modificados propuesto por Afriat (1972) y Richmond (1974).

Para las fronteras no paramétricas, no resulta necesario especificar una forma funcional específica para la función de producción. Sin embargo, exige que el conjunto de posibilidades de producción cumpla una serie de propiedades (por ej. libre disponibilidad⁴ de inputs y outputs, convexidad y rendimientos constantes o variables a escala). Se utilizan técnicas de programación lineal para su estimación. Según el tipo de datos utilizados se desarrollan diferentes métodos: a.) En datos de corte transversal los principales modelos utilizados son Data Envelopment Analysis (DEA) y Free Disposal Hull (FDH). b.) y en Panel de datos: DEA combinado con el Índice de Malmquist.

⁴ La propiedad de libre disponibilidad de inputs y de outputs se refiere a que cualquier empresa, con el mismo nivel de output que cualquier otra unidad, pero con más inputs, pertenece al conjunto de posibilidades de producción, Asimismo, cualquier empresa que utiliza los mismos inputs que cualquier otra unidad, y que produce menos outputs, pertenece al conjunto de posibilidades de producción. Según la propiedad de convexidad, cualquier combinación lineal de dos puntos observados, que pertenezcan al conjunto de posibilidades de producción, pertenece también a dicho conjunto.

2.4 El método DEA

Básicamente, DEA es un método de frontera no paramétrico que permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, estimando el nivel óptimo de output en función del nivel y la combinación de insumos, y no necesita la definición previa de una función específica. El método DEA tradicionalmente se ha considerado un método determinístico. Sin embargo, dado que la construcción de la curva se hace frecuentemente a partir de muestras, la eficiencia se calcula con relación a dicha curva muestral y no a la poblacional, siendo necesario buscar métodos que consideren dicha variabilidad propia del muestreo. En este orden de ideas Simar and Wilson (1998, 2000, 2002) proponen un procedimiento bootstrap que permite la estimación del sesgo y el análisis inferencial con respecto a las medidas de eficiencia técnica poblacionales.

Así mismo, Färe (1998); Färe y Lovell (1978) y Färe, Grosskopf y Lovell (1994) desarrollan el método DEA radial el cual permiten medir eficiencia técnica ajustada, proporcionando inferencia estadística alrededor de la misma.

Los modelos DEA pueden ser clasificados, básicamente, en función del tipo de medida de eficiencia que proporcionan, es decir, puede ser modelos radiales y no radiales. Por otro lado, se pueden clasificar de acuerdo con la orientación del modelo: Input orientado, Output orientado o Input-Output orientado. También, de acuerdo con la tipología de los rendimientos a escala, sean estos rendimientos constantes a escala (CRS), rendimientos variables a escala (VRS) y rendimientos no crecientes a escala (NIRS).

Las medidas radiales pueden ser orientadas al producto o a los insumos. Cuando está orientado al producto, la eficiencia técnica, se mide como la distancia vertical desde un punto, (x_1, y_1) hasta la frontera de mejores prácticas CRS/VRS/NIRS, véase figura 1 (a). Por otro lado, cuando está

orientada a los insumos, la eficiencia técnica radial, será la distancia horizontal desde (x_1, y_1) la frontera de mejores prácticas CRS/VRS/NIRS, véase figura 1 (b).

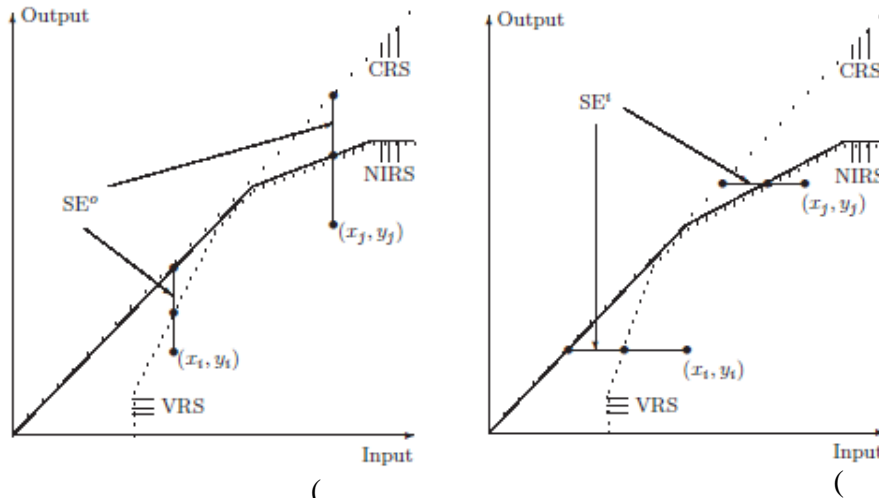


Figura 2: Eficiencia técnica y de escala basada en el producto y los insumos.
Fuente: Badumenko y Mozharovskyi (2016).

En contraste con la medida radial Färe y Lovell (1978) propone una medida no radial, donde los distintos inputs (productos) se minimizan (maximizan) en diferentes proporciones, a diferencia de la técnica radial donde todos los insumos (productos) se reducen (aumentan) en la misma proporción.

En esta investigación se utiliza un método de análisis de fronteras no paramétrica radial, para medir eficiencia social con orientación a los Outputs. Este método enriquece los análisis tradicionales donde se utiliza el DEA, debido a que proporciona inferencia estadística respecto a las estimaciones radiales, a través de la técnica de bootstrap, permitiendo estimar el sesgo y el intervalo de confianza de la estimación original las cuales son usadas para calcular las medidas de eficiencia de escala.

2.5 El método Bootstrap no paramétrico

El bootstrap es un método alternativo para producir aproximaciones para las verdaderas propiedades (errores estándar, intervalos de confianza y valores críticos) de la distribución

muestral de los estimadores. el bootstrap toma la muestra (los valores de las variables independientes y dependientes) como población y las estimaciones de la muestra como valores verdaderos. En lugar de extraer de una distribución específica (como la normal) mediante un generador de números aleatorios, el bootstrap dibuja con reemplazo de la muestra. Por tanto, toma la función de distribución empírica (la función escalón) como la función de distribución verdadera.

3. DATOS Y ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Los datos de la muestra de SACCO utilizada para medir la eficiencia social del sector está compuesta por ciento treinta y siete (137) cooperativas especializadas en ahorro y crédito (código CIU 6424). La información usada en la presente investigación ha sido tomada de la página web de la Superintendencia de Economía Solidaria (SES), y proviene de las cuentas anuales de estas entidades para el año 2019.

Para medir la eficiencia social orientada al producto se consideran dos variables de resultado, participación en el crédito social (Belmonte, 2012; Martínez & Fernández, 2017) y contribución promedio al fondo social. La primera, hace referencia, al porcentaje de asociados que han accedido al crédito. Mientras que la segunda corresponde al valor promedio de participación que tiene el asociado en el fondo social. Por otra parte, se incorporan como variables de inputs (entradas) el número de empleados; los gastos operacionales administrativos respecto al total de activos; el capital social de las cooperativas (aportes de los asociados) respecto al número de asociados; y los depósitos que realizan los asociados respecto al número de asociados. En la tabla 1 se presenta el resumen de las variables antes mencionadas.

3.1. Variables Inputs

Números de empleados. Es entendido como la cantidad de personas que colaboran en las SACCO, siendo éste, uno de los recursos prioritarios, donde la atención y el servicio tiene peso en la toma de decisiones de los clientes, obtenida directamente de la base de datos de las cooperativas usada para este estudio.

Eficiencia Operativa. Hace referencia al grado de actividad con que la Sacco mantiene niveles de operación adecuados para el desarrollo del objeto social principal de las SACCO. Se calcula como una proporción del gasto administrativo anual de la entidad respecto a su activo.

Participación pagada por los asociados: hace referencia a las aportaciones obligatorias y voluntarias que los asociados hacen a la SACCO, siendo estos diferentes al ahorro, estos permiten que la Cooperativa cuente con los recursos para cumplir con el objeto social, esta variable, mide el grado de participación de los asociados como dueños y gestores en la SACCO. Se calcula como la relación entre el capital social de la SACCO y el número de asociado vinculados a ella.

Depósitos: Los depósitos hacen referencia a la captación de dinero que tienen las cooperativas por parte de sus asociados, para luego colocarlos nuevamente a través de préstamos. Esta variable es obtenida directamente de la base de datos de las cooperativas.

Tabla 1 Variables del modelo

INPUTS	OUTPUTS
Números de empleados -EMPLE	Participación en el crédito social -
Eficiencia Operativa -CADMON	PACRES
Participación pagada por los asociados -CASOC	Contribución social promedio al fondo
Depósitos -DEPAS	social -COSPROF

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2020)

3.2. Variables Outputs

Participación en el crédito social. Esta variable es entendida como la orientación que tiene la SACCO para la prestación de servicio a hacia sus asociados, dado que estas organizaciones se distinguen por la atención o enfoque que presten a sus clientes-socios sobre el total de asociados, esta nos permite observar de si, esta orientación hacia su masa social incide en la ganancia de eficiencia social, al introducir esta variable como un output más de la actividad de las SACCO.

Contribución social promedio al fondo social: corresponde al valor promedio de participación que se tiene por parte del asociado en el fondo social, medido por el 50% de los excedentes generados en el año fiscal y que, por disposición normativa, la cooperativa debe destinarlos a los fondos sociales obligatorios, con este resultado es que las cooperativas pueden hacer cumplir el objeto social por el cual fue creada.

3.3. Estadística descriptiva

Observamos en la tabla 2. La descripción de los input y output para las 137 SACCO que hacen parte del estudio, para la variable números de empleados – EMPLE observamos un promedio de 71 empleados, y con coeficiente de variación grande (175%), indicando que el conjunto de SACCO está conformado por diferentes tamaños (micro, medias y grandes empresas), algunas pequeñas con 3 empleados y otras grandes con 1137 empleados. Por otro lado, llama la atención la Eficiencia Operativa – CADMON, donde su coeficiente de desviación (31,67%) permite a las SACCO mantenerse cercano al promedio (0,09) es decir, que los niveles de operación para el desarrollo del objeto social principal de las SACCO son adecuados para cada una de ellas.

Tabla 2 Estadística descriptiva de las variables inputs y outputs

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Minimo	Maximo
Números de empleados -EMPLE	137	71	124	3	1137
Eficiencia Operativa -CADMON	137	0,090	0,029	0,039	0,174
Participación pagada por los asociados -CASOC	137	1964934	2447490	212148	1.61e+07
Depósitos -DEPAS	137	3480391	4236732	294887	2.88e+07
Participación en el crédito social -PACRES	137	0,530	0,059	0,235	0,687
Contribución social promedio al fondo social -COSPROF	137	71209,8	78042,7	3640,0	431978,0

Fuente: Elaboración propia.

La participación en el crédito social -PACRES tiene promedio de 0,058 para las 137 SACCO, esto muestra que la orientación de su servicio de crédito o préstamo, está más consolidado hacia sus asociados, y esto lo muestra muy similar entre las SACCO (coeficiente de variación de aprox. 11%), en cuanto a la Contribución social promedio al fondo social, mantiene una relación similar con el números de empleados -EMPLE de las SACCO donde se mantiene un promedio de 71209 pesos por asociado, donde la más pequeña SACCO tiene 3640 pesos y la más grande es de 431978 pesos por asociado.

4. METODOLOGÍA

Se utilizará el método DEA radial con orientación al producto, considerando un tipo de tecnología previamente determinado. Para realizar las estimaciones de eficiencia para las SACCO usaremos como herramienta el software econométrico Stata 15. Los pasos seguidos en la presente investigación para alcanzar los objetivos propuestos son los siguientes:

Primero, se determina la independencia de los productos, utilizando un test no paramétrico (Badunenko and Mozharovskyi, 2016). Si son independientes se utiliza el bootstrap homogéneo

suavizado para la inferencia estadística, si, por el contrario, los productos no son independientes de la combinación entre ellos, se utiliza el bootstrap heterogéneo.

Segundo, determinación del tipo de tecnología. La identificación del tipo de tecnología global, CRS, VRS o NIRS, es importante en DEA porque para cada tipo de tecnología la medida de eficiencia técnica cambiará. Por ejemplo, si se estima suponiendo tecnología CRS a nivel global, y no lo es, la medida de eficiencia técnica bajo CRS conducirá a inconsistencias en los resultados (Simar y Wilson 2002).

La identificación del tipo de tecnología se hace a partir de métodos econométricos en los cuales se utilizan dos test (Badunenko and Mozharovskyi, 2016).

Test #1: H_0 : T es global CRS

H_1 : T es VRS.

Si se rechaza la hipótesis nula H_0 , es decir, se rechaza el supuesto de que la tecnología no es CRS, por tanto, se realiza la siguiente prueba con hipótesis nula

Test #2: H'_0 : T es globalmente NIRS

H'_1 : T es VRS.

Si se rechaza la hipótesis nula H'_0 , es decir, se rechaza el supuesto de que la tecnología no es NIRS.

Tercero, estimación puntual de las medidas radiales. A partir del tipo de tecnología determinada en el paso anterior se obtiene las estimaciones de las medidas de eficiencia radial que permitan clasificar las cooperativas de acuerdo con su eficiencia social.

Cuarto, Inferencia estadística. La inferencia estadística con respecto a las estimaciones radiales de DEA se proporciona a través de la técnica de Bootstrap, determinado en el paso número uno.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De acuerdo con la metodología, iniciamos evaluando el supuesto principal de independencia de los productos, bajo supuesto de rendimientos a escala CRS (Wilson 2003). Como resultado de esta prueba, se indica que la combinación de producto es independiente, por tanto, para realizar inferencia estadística con respecto a la eficiencia social de las SACCO es correcto usar la técnica “Bootstrap Heterogeneo” para realizar mediciones de eficiencia técnica basadas en output.

Tabla 3 Prueba de independencia asumiendo CRS, NiRS, Y VRS

	CRS	NiRS	VRS
Orientado Producto	P-Valor	P-Valor	P-Valor
	0,004	0,034	0,016

Nota. Fuente: Elaboración propia mediante Stata-15

Esta prueba de independencia, bajo cada supuesto de tecnología global y basado en producto, permite rechazar la hipótesis nula (p-valores menor a 0,05) y aceptar la hipótesis alternativa para CRS, NIRS y VRS. Tabla 3. Proporcionando evidencia de que las medidas radiales no son independientes de la combinación de producto. Llegando a la conclusión mencionada anteriormente, de que el Bootstrap adecuado para realizar inferencia es el heterogéneo suavizado.

A partir de la prueba no paramétrica de retornos a escala, bajo el supuesto de CRS VRS y un Bootstrap heterogéneo suavizado. Los resultados obtenidos muestran que la tecnología global presente en las SACCO corresponde a NIRS. Este resultado se obtiene después de realizar las pruebas econométricas correspondientes, como se describe a continuación:

Para la prueba # 1. la hipótesis nula (h_0) de que la tecnológica global es CRS, versus la tecnológica global es VRS (hipótesis alterna). Se rechaza la hipótesis nula (el valor del estadístico es 1.1638 es mayor que 1 al nivel de significancia del 5%) a favor de la hipótesis alterna de que la tecnológica global es VRS.

De acuerdo con el resultado anterior, se realiza la prueba # 2. Donde la hipótesis nula (h_0) es que la tecnológica global es retornos a escala no crecientes NIRS, versus la tecnológica global es VRS (hipótesis alterna) obteniendo como resultado que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna de que la tecnológica global es VRS (p-Valor =1.0064, no es estadísticamente más grande que 1 a un nivel de significancia de 5%). Ver Tabla 4.

Tabla 4. Pruebas econometría de retornos a escala

prueba	P-Valor	Estadístico	Nivel de Significancia
Prueba No.1 CRS/VRS	0,000	1,164	0,05
Prueba No.2 NIRS/VRS	1,00	1,0064	0,05

Nota. Fuente: Elaboración propia mediante Stata-15

De acuerdo con Simar, L., & Wilson., P. (2002, 11) si la hipótesis (h_0) en la prueba 1. Es rechazada e hipótesis nula (h_0) en la prueba 2 es aceptada, entonces la tecnología global es retornos a escala no crecientes NIRS.

Esto último, permite realizar las medidas de eficiencia social radial (calculadas a través del método DEA tradicional) para los 137 SACCO bajo supuesto de retornos a escala no crecientes NIRS, con orientación hacia el producto, en este orden de ideas encontramos que del conjunto total, 32 SACCO están sobre la frontera de eficiencia social y 105 SACCOS por fuera de ella (Ver Tabla 5 del apéndice A.), estos puntajes obtenidos para cada SACCO están calculados relativamente a la frontera estimada y no a la verdadera. Por tanto, las puntuaciones de eficiencia obtenidas por las SACCO están sujetas a la variación del muestreo de la frontera estimada lo que la hacen inconsistentes.

El bootstrap, consiste en tomar muestras aleatorias de la muestra de las medidas radiales (Debreu-Farrell) basadas en producto, bajo el supuesto de la tecnología NIRS, y para cada medida

radial calculamos el estimador bootstrap. Este proceso lo repetimos 999 veces (grande) y encontramos la distribución empírica de las estimaciones, que utilizamos para estimar el sesgo del estimador, varianza, intervalos de confianza, esto lo hacemos si solo si, la estadística varianza bootstrap⁵ (BV) está por encima de la unidad, (Badunenko & Mozharovskyi, 2016); que como resultado encontramos que no solo cumple esta condición (estar por encima de la unidad) sino que la medida alcanzada del BV es grande (aproximadamente 65,78) lo que la hace satisfactoria, por lo que se puede estar 95% seguro de que la media de la eficiencia radial de las SACCO están entre 2.74 y 685,58.

Nuevamente, entre más grande es la estimación BV, la varianza de los valores de bootstrap es relativamente pequeño y el error cuadrático medio de la estimación corregida por sesgo de la medida de eficiencia radial es mucho menor que las medidas originales. Por lo que es confiable los resultados con la técnica Bootstrap heterogéneo. En la Tabla 6 del apéndice B. Se muestra la inferencia estadística para el Conjunto de referencia de Bootstrap formado por 137 SACCO y cálculo de medidas radiales (Debreu-Farrell) basadas en producto, bajo el supuesto de la tecnología NIRS, donde se observa para cada SACCO el sesgo corregido, la varianza del Bootstrap y el intervalo o de confianza construido por los límites mínimos y máximos de los coeficientes. por ejemplo, para la SACCO 13. su intervalo esta entre 1,33 y 1,73 y la estimación corregidas por sesgo de la eficiencia radial bajo NIRS es aproximadamente 1,46. 33 y una varianza de 17,66.

⁵ Entiendo que la medida de la varianza bootstrap (BV) es tres veces la relación de sesgo al cuadrado a la varianza del promedio de los valores de Bootstrap heterogéneo de las medidas radiales de eficiencia social.

Por último, observamos el resumen de las medidas de eficiencia social y de escala (SE), con tecnología global NIRS con orientación al producto y un bootstrap heterogéneo; además, de si son estadísticamente escala eficiente e ineficiente, y la naturaleza de la ineficiencia de escala (Ver tabla 7 de la apéndice C); de acuerdo a esto y como lo habíamos mencionado anteriormente, encontramos que, del conjunto total 32 SACCO se comportan con eficiencia social y las restantes se comportan con ineficiencia social para el año 2019.

Para completar este análisis, se examina la medida de eficiencia de escala (SE) para determinar si es igual a uno. Si SE es igual a uno, entonces las empresas están operando con rendimientos constantes a escala. Si SE no es fuera igual a uno, entonces debemos determinar si las SACCO están operando con rendimientos de escala creciente o decreciente. De esta manera, se encontró en el conjunto datos de las SACCO que 125 que son escala eficiente, es decir que operan con rendimientos constantes a escala, y 12 SACCO son escala ineficiente bajo rendimientos decrecientes a escala (NIRS).

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con el conjunto de datos, de las 137 cooperativas de ahorro y crédito de Colombia para el año 2019, 32 SACCO son eficientes socialmente y 105 SACCO son técnicamente ineficientes socialmente, bajo el supuesto de retornos a escala no crecientes NIRS. Lo anterior implica que la mayoría de las SACCO están enfocadas más en generar sostenibilidad financiera que cumplir con su propósito misional, de crear desarrollo y bienestar entre sus asociados. En términos de la eficiencia de escala se encuentra que 12 SACCO son ineficientes a escala porque están operando en la región de rendimientos decrecientes a escala. Por otro lado, las medidas de eficiencia social basadas en producto no son independientes de la combinación de éstos, por tanto, para realizar inferencia estadística con respecto a la eficiencia social de las SACCO se aplicó la técnica de corrección de sesgo Bootstrap Heterogéneo suavizado. Finalmente, se identificó que el sector cooperativo en Colombia para el periodo 2019 opero bajo una tecnología global de rendimientos no crecientes a escala (NIRS).

7. BIBLIOGRAFÍA

- Amersdorffer, F., Buchenrieder, G., Bokusheva, R., & Wolz, A. (2015). Efficiency in microfinance: financial and social performance of agricultural credit cooperatives in Bulgaria. *Journal of the Operational Research Society*, 66(1), 57-65. doi:10.1057/jors.2013.162
- Badunenko, O., & Mozharovskyi, P. (2016). Nonparametric Frontier Analysis using Stata. *The Stata Journal*, 16(3), 550-589. doi:<https://doi.org/10.1177/1536867X1601600302>
- Balado, C. (2006). La obra social de las cajas: Un paso siempre por delante en RSC. *Papeles de Economía Española*(108), 144–160.
- Barba, D., & Gavilánez, M. (2016). Gestión social en las Cooperativas de Ahorro y Crédito de una provincia ecuatoriana. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(19), 30 - 38.
- Belmonte, L. J. (2012). La eficiencia social de las cooperativas de crédito españolas. Una aproximación mediante el análisis DEA. *MBS*(1), 133-151.
- Belmonte, L., & Plaza, J. A. (2008). Análisis de la eficiencia en las cooperativas de crédito en España. Una propuesta metodológica basada en el análisis envolvente de datos (DEA). *CIRIEC-España*(63), 113-133. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17412307005>
- Berger, A., & Humphrey, D. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*(98), 175–212.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 429 – 444.

- Coll, V., & Blasco, O. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos. Introducción a los Modelos Básicos*. Edición electrónica. Obtenido de www.eumed.net/libros/2006c/197/
- Confecoop. (08 de 2019). *Cooperativismo*. Obtenido de <https://confecoop.coop/cooperativismo-2/>
- Färe, R., & Lovell, C. (1994). 1994. Measuring the technical efficiency of production. *Journal of Economic Theory*(19), 150–162.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. (1993). Output-Based Efficiency Measurement. En I. P. Frontiers, *Frontmatter. En Production Frontiers* (págs. 153-176). Cambridge University Press. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511551710.007>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, 120*(3).
- Fecolfin. (2019). *Investigación No. 20 –Desempeño Financiero 2018*. Bogotá, D. C. Obtenido de <https://fecolfin.coop/download/investigacion-n-20-diciembre-2018/>
- Fried, H., Knox, C., & Vanden, P. (1993). Evaluating the performance of US credit unions. *Journal of Banking and Finance*(17), 251-265.
- Gutiérrez, B., Serrano, C., & Mar, C. (2009). Social efficiency in microfinance institutions. *Journal of the Operational Research Society*(60), 104–119.
- Koopmans, T. C. (1951). An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. In *Activity Analysis of Production and Allocation*,. (e. T. Koopmans, Ed.)
- Ley 79 de 1988. (10 de Enero de 1989). *Diario Oficial No. 38.648*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9211>

- Martínez, A., & Fernández, Y. &. (2018). How well have Social Economy financial institutions performed during the crisis period? Exploring financial and social efficiency in Spanish credit unions. *Journal of Business Ethics*, 151(2), 319-336.
- Martínez, A., & Fernández, Y. (2017). What About the Social Efficiency in Credit Cooperatives? Evidence from Spain (2008-2014). *Social Indicators Research*, 131(2), 607-629. doi:10.1007/s11205-016-1277-6
- Moreno, V., & Rey, L. E. (2015). Análisis de la eficiencia en las cooperativas de ahorro y crédito en Colombia, mediante la utilización de la técnica de Análisis de Datos Envolvente DEA, periodo 2008-2011. *In IX Congreso RULESCOOP*. La Plata.
- Simar, L., & Wilson, P. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*(44), 49–61.
- Simar, L., & Wilson., P. (2000). A General Methodology for Bootstrapping in Nonparametric Frontier Models. *Journal of Applied Statistics*(27), 779–802.
- Simar, L., & Wilson., P. (2002). Nonparametric Tests of Return to Scale. *European Journal of Operational Research*(139), 115–132.
- Worthington, A. C. (2010). Frontier efficiency measurement in deposit-taking financial mutuals: A review of techniques, applications, and future research directions. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 1(81), 39–75.

8 APÉNDICES

Apéndice A

Tabla 5 Eficiencia radial bajo tecnología NRS

S A C C O	Eficiencia Radial (NIRS)	S A C C O	Eficiencia Radial (NIRS)	S A C C O	Eficiencia Radial (NIRS)
1	1,37745	47	1,039097	93	1,208016
2	1,280089	48	1	94	1,245852
3	1,288983	49	1,028545	95	1,098733
4	1,506852	50	1,186071	96	1,060334
5	1	51	1,172326	97	1,150321
6	1,290302	52	1	98	1,186322
7	1,161974	53	1	99	1,203489
8	1	54	1,074516	100	1
9	1,01103	55	1,050407	101	1,181113
10	1,186633	56	1,249153	102	1,295144
11	1,106493	57	1,209316	103	1,156368
12	1,184605	58	1	104	1,0945
13	1,288182	59	1,393336	105	1,388638
14	1,100391	60	1,359426	106	1,18423
15	1,075806	61	1,130063	107	1
16	1	62	1,099091	108	1
17	1	63	1	109	1,114113
18	1	64	1	110	1
19	1,321044	65	1,241989	111	1,040366
20	1,29234	66	1,209758	112	1
21	1,336658	67	1	113	1,080883
22	1,192314	68	1	114	1,225171
23	1,276746	69	1,01675	115	1,064885
24	1,178892	70	1,380973	116	1,11089
25	1,289004	71	1,234456	117	1,193996
26	1,426598	72	1,076635	118	1
27	1,166654	73	1	119	1,100336
28	1	74	1,278396	120	1
29	1,067691	75	1,093886	121	1,02875
30	1,094318	76	1,237819	122	1
31	1,446746	77	1,099635	123	1,106036
32	1,206751	78	1,014174	124	1,076488
33	1,215771	79	1,166001	125	1,144327
34	1,230935	80	1,139521	126	1,040296
35	1,14523	81	1,042335	127	1,037705
36	1,19374	82	1	128	1,128781
37	1,376649	83	1,135307	129	1
38	1,069634	84	1,181036	130	1
39	1,27937	85	1,368051	131	1,24591
40	1	86	1,133335	132	1
41	1	87	1,265406	133	1,186777
42	1,065178	88	1,357677	134	1,21457
43	1,139467	89	1,142999	135	1
44	1,208219	90	1,324061	136	1
45	1,413379	91	1,29258	137	1,065418
46	1	92	1,341097		

Nota. Fuente: Elaboración propia mediante Stata-15

Apéndice B

Tabla 6 Inferencia estadística sobre la medida de eficiencia radial bajo NIRS

SACCO	sesgo corregido BC	Varianza Bootstrap	Límite Inferior	Límite Superior
1	1,436387	11,19065	1,390168	1,516904
2	1,30808	8,797648	1,286984	1,354236
3	1,417006	15,18419	1,32198	1,598942
4	1,546632	7,330372	1,514215	1,613085
5	1,574342	237,6428	1,770741	3,166405
6	1,809432	22,17467	1,484088	4,14272
7	1,223132	9,889688	1,170582	1,317263
8	1,498484	97,34292	1,442657	2,808086
9	1,49938	83,89065	1,420723	2,824836
10	1,293567	11,85112	1,204741	1,474807
11	1,584418	68,25352	1,4401	2,67293
12	1,386048	38,38302	1,29065	1,602828
13	1,461804	17,65729	1,334627	1,728619
14	1,339515	36,33263	1,200655	1,654748
15	1,388525	66,34365	1,283487	1,807572
16	1,608195	136,5969	1,62634	3,820353
17	1,051653	32,66106	1,029443	1,099417
18	1,581139	75,9286	1,5734	4,654902
19	1,328023	2,743612	1,321946	1,351211
20	1,504128	24,18699	1,370679	1,802785
21	1,368104	7,795901	1,343016	1,419148
22	1,50117	27,21767	1,313386	2,098288
23	1,379799	11,47306	1,303011	1,541575
24	1,52939	19,05052	1,289126	2,489778
25	1,482681	15,50068	1,355536	1,846352
26	1,743762	27,26272	1,554233	2,285831
27	1,543935	30,38541	1,320224	2,348629
28	1,698695	126,0475	1,88044	7,758732
29	1,267939	24,14629	1,134986	1,574328
30	1,411918	18,83785	1,183862	2,269784
31	1,942422	31,90803	1,684281	3,196785
32	1,444354	31,67163	1,322879	1,76415
33	1,510263	23,93277	1,33007	2,082916
34	1,754261	44,91003	1,516189	3,209207
35	1,70313	63,46562	1,546415	3,40739
36	1,469909	38,20657	1,336177	1,860285
37	1,513716	10,43618	1,409892	1,79557
38	1,433355	42,54663	1,295401	2,214417
39	1,367525	12,54666	1,305619	1,496166
40	1,522685	129,2293	1,553515	2,91894
41	1,560477	113,3	1,585667	3,618255
42	1,413032	52,21751	1,272802	2,040028
43	1,537424	30,72664	1,307361	2,464469
44	1,842702	76,82707	1,729629	4,092347
45	1,751486	22,40993	1,535555	2,456193
46	1,508089	174,0697	1,569795	2,650483
47	1,192556	20,52273	1,09245	1,42557
48	1,459865	128,1417	1,474188	2,499457
49	1,303426	45,31123	1,180642	1,723666
50	1,326712	19,40607	1,228127	1,509834
51	1,660252	50,54761	1,456985	2,881968
52	1,306714	65,78964	1,204359	1,731814
53	1,640573	71,27635	1,539574	6,72537
54	1,328439	50,71566	1,219653	1,637425
55	1,428775	62,33504	1,29284	2,098569
56	1,603891	34,87484	1,422705	2,288711
57	1,292156	9,202656	1,219678	1,435589
58	1,278095	61,21577	1,177297	1,639132
59	1,665626	30,8217	1,498909	2,025137
60	1,609747	21,77273	1,443196	1,991859
61	1,623615	87,44197	1,548617	2,768108
62	1,470347	48,52801	1,314723	2,177869
63	1,585692	176,1501	1,672901	3,400367
64	1,571503	172,2887	1,681219	3,315378
65	1,641838	44,53623	1,486046	2,378267
66	1,626209	28,36023	1,380767	2,715497
67	1,600804	117,3714	1,610887	3,898015
68	1,60159	169,7839	1,732301	3,652033
69	1,238853	16,69035	1,075874	1,703413
70	1,558141	15,92651	1,437143	1,861482
71	1,33508	14,22476	1,264283	1,479316
72	1,556015	76,3256	1,445903	2,70598
73	1,671975	104,0544	1,760089	7,172992
74	1,484515	14,75025	1,337584	1,89017
75	1,413645	15,44674	1,188289	2,608228
76	1,302049	8,17094	1,248228	1,4188
77	1,522454	35,40631	1,322775	2,749524
78	1,632791	70,54011	1,529191	5,648192
79	1,454409	29,05856	1,292452	1,975753
80	1,490588	34,38568	1,312743	2,207565
81	1,504507	63,55212	1,369093	2,663219
82	1,662176	256,9717	1,990756	4,37588
83	1,558073	39,24762	1,326731	2,494315
84	1,575366	49,07692	1,434971	2,317657
85	1,534371	19,34605	1,413186	1,785038
86	1,508863	46,61863	1,372436	2,270668
87	1,700428	26,22054	1,434065	2,893168
88	1,843176	54,40668	1,677115	2,802597
89	1,683908	77,42133	1,552578	3,022804
90	1,815605	66,57977	1,68118	2,808591
91	1,4361	16,56032	1,336962	1,642022
92	1,966834	29,88762	1,639838	5,074407
93	1,71637	60,9561	1,555277	2,933024
94	1,344157	13,96928	1,262841	1,47824
95	1,700855	131,4396	1,678238	3,453209
96	1,535623	62,12141	1,366571	2,707504
97	1,735586	110,5913	1,678626	3,300152
98	1,567963	31,81902	1,373789	2,459265
99	1,440963	39,23778	1,331622	1,725137
100	1,298486	36,55494	1,168119	1,897552
101	1,697068	57,56535	1,525248	3,012722
102	1,915929	88,70918	1,830276	3,498731
103	1,64503	38,66512	1,426014	3,084915
104	1,627589	90,04825	1,539727	3,047007
105	1,985455	48,60468	1,731783	3,612742
106	1,401883	29,17658	1,272864	1,730244
107	1,576087	157,0557	1,656418	3,489672
108	1,429149	70,90731	1,330652	2,441833
109	1,597673	72,69222	1,476886	2,737683
110	1,387841	86,88178	1,30913	2,095858
111	1,454087	39,80076	1,233529	2,584602
112	1,523083	101,6065	1,485457	3,071031
113	1,590123	85,17608	1,481157	2,782835
114	1,459959	16,09672	1,299296	1,969423
115	1,522328	53,89986	1,31428	2,590369
116	1,367626	20,26185	1,204688	1,960625
117	1,511062	21,68931	1,290099	2,201758
118	1,547988	179,0766	1,652161	2,988188
119	1,252161	31,36152	1,161842	1,418945
120	1,657362	310,8815	1,960207	4,11386
121	1,488271	51,50937	1,30729	2,794269
122	1,59024	189,7285	1,723427	3,538108
123	1,550022	50,55381	1,373114	2,577383
124	1,441249	41,76393	1,284174	2,170716
125	1,36185	15,97094	1,203987	1,828524
126	1,364159	21,11154	1,118342	2,42001
127	1,469777	62,47115	1,31871	2,453534
128	1,381147	23,19402	1,213439	1,841612
129	1,610453	96,8979	1,684847	5,052931
130	1,687745	685,5834	2,380559	4,279704
131	1,65849	102,2178	1,586685	2,210042
132	1,628253	441,5083	2,018369	3,40471
133	1,695779	57,50368	1,516416	2,861197
134	1,387451	14,14371	1,248686	1,703945
135	1,389348	46,52571	1,218852	2,328911
136	1,532264	86,38898	1,46841	3,401449
137	1,396298	30,59609	1,205354	2,102758

Nota. Fuente: Elaboración propia, mediante Stata (2020)

Apéndice C.

Tabla 7 Análisis de escala

SACCO	MIRS*	SE*	EFICIENCIA DE ESCALA HETEROCÉNEA	ESCALA INEFICIENTE MIRS	SACCO	MIRS*	SE*	EFICIENCIA DE ESCALA HETEROCÉNEA	ESCALA INEFICIENTE MIRS
1	1,37748	1,41889	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	70	1,38023	1,38217	scale efficient	-
2	1,200009	1,48409	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	71	1,28456	1,40102	scale inefficient	scale inefficient due to DRS
3	1,200009	1,100009	scale efficient	-	72	1,076036	1,009167	scale efficient	-
4	1,506883	1,476681	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	73	1	1	scale efficient	-
5	1	1	scale efficient	-	74	1,27888	1,47288	scale efficient	-
6	1,280322	1,17288	scale efficient	-	75	1,08288	1,27887	scale efficient	-
7	1,141974	1,467481	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	76	1,237919	1,32444	scale inefficient	scale inefficient due to DRS
8	1	1	scale efficient	-	77	1,009496	1,118417	scale efficient	-
9	1,01103	1,104197	scale efficient	-	78	1,014174	1,014174	scale efficient	-
10	1,188483	1,143286	scale efficient	-	79	1,146001	1,146001	scale efficient	-
11	1,100492	1,102483	scale efficient	-	80	1,138821	1,137483	scale efficient	-
12	1,134808	1,028222	scale efficient	-	81	1,042228	1,028444	scale efficient	-
13	1,288182	1,244496	scale efficient	-	82	1	1	scale efficient	-
14	1,100391	1,048184	scale efficient	-	83	1,186307	1,210709	scale efficient	-
15	1,078884	1,018972	scale efficient	-	84	1,181094	1,228148	scale efficient	-
16	1	1	scale efficient	-	85	1,348881	1,22287	scale efficient	-
17	1	1,488222	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	86	1,132228	1,040311	scale efficient	-
18	1	1	scale efficient	-	87	1,288408	2,21872	scale efficient	-
19	1,211044	1,886747	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	88	1,367477	1,002424	scale efficient	-
20	1,120294	1,246499	scale efficient	-	89	1,140299	1,142599	scale efficient	-
21	1,336688	1,380874	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	90	1,324021	1,068218	scale efficient	-
22	1,182214	1,208944	scale efficient	-	91	1,28288	1,271888	scale efficient	-
23	1,278748	1,811472	scale efficient	-	92	1,241887	1,118847	scale efficient	-
24	1,178882	1,286478	scale efficient	-	93	1,288816	1,184274	scale efficient	-
25	1,288004	1,397271	scale efficient	-	94	1,248822	1,184843	scale efficient	-
26	1,142558	1,284888	scale efficient	-	95	1,058798	1,071488	scale efficient	-
27	1,146484	1,288788	scale efficient	-	96	1,040334	1,188788	scale efficient	-
28	1	1	scale efficient	-	97	1,188221	1,002888	scale efficient	-
29	1,087891	1,088208	scale efficient	-	98	1,188222	1,182219	scale efficient	-
30	1,084818	1,282179	scale efficient	-	99	1,208489	1,052877	scale efficient	-
31	1,144744	1,10109	scale efficient	-	100	1	1	scale efficient	-
32	1,204781	1,138887	scale efficient	-	101	1,181118	1,002588	scale efficient	-
33	1,214771	1,407011	scale efficient	-	102	1,288144	1,002888	scale efficient	-
34	1,220828	1,220828	scale efficient	-	103	1,182828	1,002822	scale efficient	-
35	1,24822	1,044022	scale efficient	-	104	1,0848	1,008412	scale efficient	-
36	1,19974	1,179929	scale efficient	-	105	1,388838	1,068407	scale efficient	-
37	1,078449	1,084444	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	106	1,18428	1,109409	scale efficient	-
38	1,08844	1,08844	scale efficient	-	107	1	1	scale efficient	-
39	1,27887	1,488222	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	108	1	1	scale efficient	-
40	1	1	scale efficient	-	109	1,114118	1,114118	scale efficient	-
41	1	1	scale efficient	-	110	1	1	scale efficient	-
42	1,048178	1,067882	scale efficient	-	111	1,040366	1,017024	scale efficient	-
43	1,139467	1,382997	scale efficient	-	112	1	1	scale efficient	-
44	1,208218	1,001848	scale efficient	-	113	1,000828	1,00287	scale efficient	-
45	1,113378	1,148224	scale efficient	-	114	1,228171	1,288228	scale efficient	-
46	1	1	scale efficient	-	115	1,088888	1,112221	scale efficient	-
47	1,088888	1,280182	scale efficient	-	116	1,11088	1,074128	scale efficient	-
48	1	1	scale efficient	-	117	1,198894	1,301907	scale efficient	-
49	1,028848	1,028848	scale efficient	-	118	1	1	scale efficient	-
50	1,184771	1,324899	scale efficient	-	119	1,108836	1,082827	scale efficient	-
51	1,172828	1,022286	scale efficient	-	120	1	1	scale efficient	-
52	1	1	scale efficient	-	121	1,02878	1,228392	scale efficient	-
53	1	1	scale efficient	-	122	1	1	scale efficient	-
54	1,074814	1,003927	scale efficient	-	123	1,100096	1,100142	scale efficient	-
55	1,080407	1,080407	scale efficient	-	124	1,074488	1,088782	scale efficient	-
56	1,248183	1,218888	scale efficient	-	125	1,144827	1,402827	scale efficient	-
57	1,208218	1,122888	scale inefficient	scale inefficient due to DRS	126	1,040286	1,188802	scale efficient	-
58	1	1	scale efficient	-	127	1,387798	1,008888	scale efficient	-
59	1,398334	1,09271	scale efficient	-	128	1,188701	1,043650	scale efficient	-
60	1,398426	1,199818	scale efficient	-	129	1	1	scale efficient	-
61	1,180888	1,04411	scale efficient	-	130	1	1	scale efficient	-
62	1,048881	1,147879	scale efficient	-	131	1,24881	1,088128	scale efficient	-
63	1	1	scale efficient	-	132	1	1	scale efficient	-
64	1	1	scale efficient	-	133	1,198777	1,149714	scale efficient	-
65	1,241888	1,100879	scale efficient	-	134	1,21457	1,206880	scale efficient	-
66	1,208768	1,149222	scale efficient	-	135	1	1,106888	scale efficient	-
67	1	1	scale efficient	-	136	1	1	scale efficient	-
68	1	1	scale efficient	-	137	1,088418	1,178128	scale efficient	-
69	1,01878	1,048722	scale efficient	-					

Nota. Fuente: Elaboración mediante Stata-15